

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

REC'D 12 JUL 2006

PCT

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts P804783WO/I	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/PEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE2005/000544	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 24.03.2005	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 29.03.2004
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK INV. B23B5/00		
Anmelder MTU AERO ENGINES GMBH et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.



2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 4 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 5 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Bescheids
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Regel 66.2 a)ii) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 08.09.2005	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 11.07.2006
Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Fanti, P Tel. +49 89 2399-2946 

I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):

Beschreibung, Seiten

3-7 in der ursprünglich eingereichten Fassung
1, 1a, 2 eingegangen am 31.01.2006 mit Schreiben vom 27.01.2006

Ansprüche, Nr.

1-5 eingegangen am 31.01.2006 mit Schreiben vom 27.01.2006

Zeichnungen, Blätter

1/6-6/6 in der ursprünglich eingereichten Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um:

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung, Seiten:
- ☐ Ansprüche, Nr.:
- ☐ Zeichnungen, Blatt:

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE2005/000544

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen.)

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung
- | | |
|--------------------------------|--------------------|
| Neuheit (N) | Ja: Ansprüche 1-5 |
| | Nein: Ansprüche |
| Erfinderische Tätigkeit (IS) | Ja: Ansprüche 1-5 |
| | Nein: Ansprüche |
| Gewerbliche Anwendbarkeit (IA) | Ja: Ansprüche: 1-5 |
| | Nein: Ansprüche: |

2. Unterlagen und Erklärungen:

siehe Beiblatt

Nächstliegender Stand der Technik: eine Vorrichtung zur Drehbearbeitung von Rotoren wie im Fig. 6 der vorliegenden Anmeldung gezeigt.

Aufgabe und Lösung: eine Drehvorrichtung zu schaffen die geeignet ist für die Bearbeitung von Rotorflächen die eine größere wie üblich radiale Entfernung von der Drehachse aufweisen wobei die axiale Abstand der gegenüberliegenden Rotorflächen im Nabenbereich relativ gering ist.

Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß der Merkmalskombination des Anspruchs 1 gelöst. Insbesondere dient dazu eine auf die Bohrstange montierte Vorsprung die mit dem Werkzeughalter gekoppelt ist, wobei die Koppelung ist derart realisiert daß der Werkzeughalter um einer zu dem Rotor-Achse parallelen Achse, relativ zu dem Vorsprung, schwenkbar montiert ist und die Schwenklage des Werkzeughalters durch ein Getriebe einstellbar ist. Weiterhin ist die Vorrichtung auch um einer der Rotor-Achse, senkrechten Achse schwenkbar.

Diese Kombination von Merkmale löst die gestellte Aufgabe, ist neu und kann nicht aus dem Stand der Technik in naheliegender Weise abgeleitet werden.

Daher entspricht der Gegenstand des Anspruchs 1 die Neuheit (N) und erfinderische Tätigkeit (ET) Erfordernisse des Artikels 33(2), (3) PCT.

Der Gegenstand des Anspruchs 1 entspricht auch der Erfordernisse von gewerbliche Anwendbarkeit (GA).

N, ET und GA des Gegenstand der Ansprüche 2-5 ist durch ihre Abhängigkeit von Anspruch 1 gegeben.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Drehbearbeitung von Rotoren, insbesondere Rotoren von Gasturbinen, an radial nach Innen weisenden Bearbeitungsflächen (16), wobei der jeweilige Rotor (10) mindestens zwei axial eng benachbarte, radial außen über Fortsätze (13) verbundene Rotorscheiben (12) mit axial aufgedickten Nabenbereichen (21) und zentralen Nabenbohrungen (26) aufweist, und wobei die mindestens eine Bearbeitungsfläche (16) zwischen den Rotorscheiben (12) im Bereich der Fortsätze (13) liegt, mit einer sich im wesentlichen in axialer Richtung erstreckenden, drehfest gehaltenen Bohrstange (23) und einem sich im wesentlichen in radialer Richtung erstreckenden, ein Drehwerkzeug (27) tragenden Werkzeugträger (24),
dadurch gekennzeichnet,
dass die Bohrstange (23) einen sich im wesentlichen in radialer Richtung erstreckenden Vorsprung (25) aufweist, der mit dem sich im wesentlichen in radialer Richtung erstreckenden Werkzeugträger (24) zusammenkoppelbar ist, wobei die radialen Abmessungen des Vorsprungs (25) der Bohrstange (23) und des Werkzeugträgers (24) an die Abmessungen einer Nabenbohrung (26) des zu bearbeitenden Rotors (10) derart angepasst sind, dass die Bohrstange (23) und der Werkzeugträger (24) in entkoppeltem Zustand in die Nabenbohrung (26) einführbar sind, und dass in zusammengekoppeltem Zustand das im Werkzeugträger (24) gelagerte Drehwerkzeug (27) an die radial nach Innen weisende Bearbeitungsfläche (16) des Rotors (10) zur Anlage bringbar ist, dass das Drehwerkzeug (27) im Werkzeugträger (24) über einen Drehwerkzeughalter (28) beweglich gelagert ist, wobei das Drehwerkzeug (27) zusammen mit dem Drehwerkzeughalter (28) gegenüber dem Werkzeugträger (24) in vorwiegend axialer Richtung schwenkbar ist, dass in der Bohrstange (23) eine Antriebswelle (32) geführt ist, und dass die Antriebswelle (32) über ein Getriebe (33) mit dem Drehwerkzeughalter (28) gekoppelt ist, wobei das Getriebe (33) die Antriebsbewegung der Antriebswelle (32) in eine Schwenkbewegung des Drehwerkzeughalters (28) umsetzt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Getriebe (33) von mindestens einem im Vorsprung (25) der Bohrstange (23) verlaufenden Zahnrad (34, 35, 37) und einer im Werkzeugträger (24) verlaufenden Scheckenwelle (36) mit zugeordnetem Zahnrad (51) gebildet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Vorsprung (25) der Bohrstange (23) mehrere Zahnräder (34, 35, 37) verlaufen, wobei ein erstes Zahnrad (34) mit der Antriebswelle (32) gekoppelt ist, und wobei ein zweites Zahnrad (35) mit dem der Schneckenwelle (36) zugeordneten Zahnrad (51) gekoppelt ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schneckenwelle (36) an dem Drehwerkzeughalter (28) angreift, wobei der Drehwerkzeughalter (28) als Segment eines Schneckenrads ausgebildet ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass in die Bohrstange (23) und in den Werkzeugträger (24) Leitungen (46) integriert sind, die ein Kühlmittel und/oder ein Schmiermittel in Richtung auf das Drehwerkzeug (27) führen.

* * *

Vorrichtung zur Drehbearbeitung von Rotoren

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Drehbearbeitung von Rotoren an radial nach Innen weisenden Bearbeitungsflächen, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Aus der GB-A-2 240 735 ist eine Vorrichtung zur Drehbearbeitung von Statoren von Gasturbinentriebwerken bekannt, welche speziell für die Bearbeitung eines Einlaufbelages am Fangehäuse vorgesehen ist. Die Vorrichtung ist als fahrbare Bearbeitungsstation ausgeführt und weist einen elektromotorisch antreibbaren, mit der Niederdruckwelle des Triebwerks koppelbaren, sich radial erstreckenden Arm (26) auf, an dessen radial äußerem Ende das Drehwerkzeug sitzt. Das Drehwerkzeug/Schneidwerkzeug ist relativ zu dem Arm (26) auf schlittenartigen Trägern (48, 60) axial und radial verfahrbar bzw. verstellbar angeordnet. Während der axialen Vorwubbewegung wird die radiale Position bevorzugt über eine Kulissenkurve (88) gesteuert, so dass sich „automatisch“ die richtige Einlaufbelagkontur ergibt, welche im wesentlichen kreiszylindrisch - mit geringen Durchmesseränderungen - verläuft. Der Vorteil dieser Vorrichtung ist darin zu sehen, dass große, sensible Baueinheiten, wie Triebwerke, in ihrer bestimmungsgemäßen Einbaulage unter Berücksichtigung der in dieser Lage auftretenden Belastungen und Verformungen bearbeitet werden können, wodurch eine bessere Maßhaltigkeit im Betrieb erzielt werden kann. Die Ankoppelung und Inbetriebnahme der Vorrichtung erfordert relativ große, axial einseitig offene Innenquerschnitte, wie z.B. ein nach vorne offenes Fangehäuse, ohne Hinterschnitte bzw. andere Einengungen. Zur Innenbearbeitung von aus mehreren Scheiben zusammengesetzten Rotoren mit tiefen Hinterschnitten bzw. Kammern ist die Vorrichtung nicht geeignet.

Rotoren von Gasturbinen, insbesondere Rotoren von Hochdruckverdichtern von Flugtriebwerken, werden üblicherweise von mehreren axial hintereinander angeordneten Rotorscheiben gebildet, wobei die Rotorscheiben entweder miteinander verschraubt oder miteinander verschweißt sind. Beim Verschweißen der Rotorscheiben bilden sich an radial innenliegenden Flächen sowie an radial außenliegenden Flächen Schweißnähte aus, die zur Vermeidung von Kerbstellen nachbearbeitet werden müssen. Da die radial innenliegenden Flächen der Rotoren schwer zugänglich sind, ist die Bearbeitung der Schweißnähte an den radial innenliegenden Flächen problematischer als die Bearbeitung der Schweißnähte an den radial außenliegenden Flächen.

Im Zuge der Optimierung von Gasturbinen, insbesondere der Optimierung von Flugtriebwerken, werden immer höhere Drehzahlen der Rotoren erforderlich. Damit steigt auch die von den Rotoren abzufangende Belastung. Je höher die Belastung der Rotoren ausfällt, desto kleiner werden in der Regel Nabenbohrungen innerhalb der Rotoren. Daraus folgt, dass eine radiale Tiefe von zwischen miteinander verbundenen Rotorscheiben angeordneten Kammern zunimmt. Ist zum Beispiel die radiale Tiefe der zwischen den miteinander verbundenen Rotorscheiben angeordneten Kammern größer als der Durchmesser der Nabenbohrung, so sind spezielle Vorrichtungen bzw. Werkzeuge zur Bearbeitung, nämlich zur Drehbearbeitung, der radial innenliegenden Bearbeitungsflächen, die zwischen den miteinander verbundenen Rotorscheiben verlaufen, erforderlich.

Aus dem Stand der Technik sind bereits Vorrichtungen bzw. Werkzeuge zur Drehbearbeitung von Rotoren an radial innenliegenden Bearbeitungsflächen bekannt, die den oben skizzierten Schwierigkeiten Rechnung tragen. Die aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen bzw. Werkzeuge zur Drehbearbeitung sind jedoch insbesondere dann nicht mehr geeignet, wenn zusätzlich zur immer größer werdenden, radialen Tiefe der zwischen miteinander verbundenen Rotorscheiben verlaufenden Kammern auch die Breite der Rotorscheiben im Nabenbereich zunimmt, wenn also der axiale Abstand zwischen zwei Rotorscheiben im Nabenbereich verringert wird. In diesem Fall ist es nicht möglich, die aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen bzw. Werkzeuge zur Drehbearbeitung in den zu bearbeitenden Rotoren einzuführen bzw. eine Drehbearbeitung an den radial innenliegenden Bearbeitungsflächen des Rotors vorzunehmen.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, eine neuartige Vorrichtung zur Innenbearbeitung von Rotoren zu schaffen.

Dieses Problem wird dadurch gelöst, dass die eingangs genannte Vorrichtung durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 weitergebildet ist. Erfindungsgemäß weist die Bohrstange einen sich im wesentlichen in radialer Richtung erstreckenden Vorsprung auf, der mit dem sich im wesentlichen in radialer Richtung erstreckenden Werkzeugträger zusammenkoppelbar ist, wobei die radialen Abmessungen des Vorsprungs der Bohrstange und des Werkzeugträgers an die Abmessungen einer Nabenbohrung des zu bearbeitenden Bauteils derart angepasst sind, dass die Bohrstange und der Werkzeugträger in entkoppeltem Zustand in die Nabenbohrung einführbar sind, und dass in zusammengekoppeltem Zustand das im Werkzeugträger gelagerte Drehwerkzeug an die radial innenliegende Bearbeitungsfläche des Bauteils zur Anlage bringbar ist. Das Drehwerkzeug ist zusam-

men mit seinem Halter in vorwiegend axialer Richtung schwenkbar, wofür eine Antriebswelle in der Bohrstange und ein Getriebe im Vorsprung der Bohrstange sowie im Werkzeugträger installiert sind.

Mit der hier vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung zur Drehbearbeitung von Rotoren an radial innenliegenden Bearbeitungsflächen der Rotoren vorgeschlagen, die auch dann eine zuverlässige und sichere Bearbeitung der radial innenliegenden Bearbeitungsflächen der Rotoren ermöglicht, wenn einerseits ein Durchmesser von Nabenbohrungen in den zu bearbeitenden Rotoren kleiner und damit die radiale Erstreckung von Kammern, die innerhalb der zu bearbeitenden Rotoren zwischen zwei Rotorscheiben verlaufen, größer wird, und wenn andererseits der axiale Abstand insbesondere im Nabenbereich zwischen benachbarten Rotorscheiben, welche die sich im Wesentlichen in radialer Richtung erstreckenden Kammern begrenzen, kleiner wird.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematisierte Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Drehbearbeitung von Rotoren an radial nach Innen weisenden Bearbeitungsflächen in Draufsicht sowie Seitenansicht;